

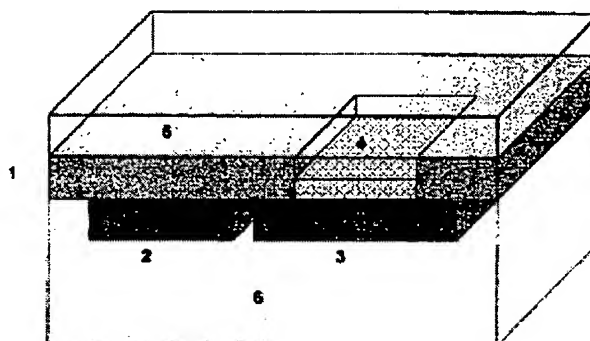
Arrangement of multi-chip sensor modules used in the production of moisture, gas and bio-sensors comprises a structured substrate with recesses

Patent number: DE10056776
Publication date: 2001-10-11
Inventor: VOELLMEKE STEFAN (DE); PREUS DIETER (DE); SCHWARZROCK GUENTER (DE); ROEMHILD DIETER (DE); STEINKE ARNDT (DE)
Applicant: CIS INST FUER MIKROSENSORIK GG (DE)
Classification:
- **international:** H01L49/02; H01L23/48; B81C1/00; G03F7/16
- **european:** H01L25/07N
Application number: DE20001056776 20001116
Priority number(s): DE20001056776 20001116; DE20001013500 20000320

Report a data error here

Abstract of DE10056776

Arrangement of multi-chip sensor modules comprises a structured substrate (1) with recesses. At least one sensor chip (3) is fixed so that the sensor surfaces are upwardly exposed and contact pads applied to the sensor chips are covered by the substrate. Preferred Features: The substrate is made from silicon, ceramic or glass. The substrate is assembled in a frame system made from ceramic or glass. At least one signal processing chip (2) is located below the substrate per sensor module.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 56 776 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
H 01 L 49/02
H 01 L 23/48
B 81 C 1/00
G 03 F 7/16

⑳ Aktenzeichen: 100 56 776.2
㉔ Anmeldetag: 16. 11. 2000
㉕ Offenlegungstag: 11. 10. 2001

DE 100 56 776 A 1

⑥6 Innere Priorität:
100 13 500. 5 20. 03. 2000

⑦1 Anmelder:
CiS Institut für Mikrosensorik gGmbH, 99097 Erfurt,
DE

⑦4 Vertreter:
Liedtke, K., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 99089 Erfurt

⑦2 Erfinder:
Völlmeke, Stefan, 99085 Erfurt, DE; Preuß, Dieter,
99099 Erfurt, DE; Schwarzrock, Günter, 99195
Schwerborn, DE; Römhild, Dieter, 99091 Erfurt, DE;
Steinke, Arndt, 99192 Ingersleben, DE

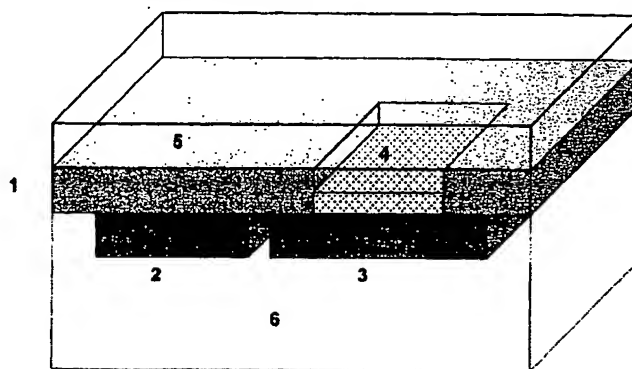
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Anordnung von Multi-Chip-Sensormodulen und Verfahren zu deren Herstellung

⑤7 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem die Kontaktsysteme aggressiven Umweltbedingungen über eine längere Zeit standhalten, die in einem Batchprozess herstellbar und damit zur Herstellung größerer Stückzahlen und Schädigungen des sensitiven Materials weitgehend vermeiden.

Erfindungsgemäß gelingt die Lösung der Aufgabe dadurch, dass das Trägersubstrat strukturiert ist und Aussparungen enthält, unter denen jeweils mindestens ein Sensorchip so befestigt ist, das die Sensorflächen nach oben hin freiliegen und an den Sensorchip angebrachte Kontaktpads vom Substrat abgedeckt werden und dass das sensitive Material, technologisch entkoppelt von den übrigen Prozessschritten, in einem back-end Batch-Prozess, ohne Schädigung in den Aufbau integriert wird. Die Erfindung betrifft eine Anordnung und eine Herstellung von Multi-Chip-Sensormodulen, insbesondere für Feuchte-, Gas- und Biosensoren, bei denen das sensitive Material in einem back-end Batch-Prozess in den Aufbau integriert wird.



DE 100 56 776 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anordnung und eine Herstellung von Multi-Chip Sensormodulen, insbesondere für Feuchte-, Gas- und Biosensoren, bei denen das sensitive Material in einem back-end Batchprozeß in den Aufbau integriert wird.

[0002] Im Stand der Technik sind Verfahren bekannt, nach denen dünne sensitive Schichten zur Herstellung von Feuchte-, Gas- und Biosensoren in einer Vielzahl von Anwendungen in einem Spin-Coating-Prozess oder mittels Plasma-, PVD- und CVD-Prozesse im Waferverbund aufgetragen und anschließend photolithographisch strukturiert werden. Am Ende des Herstellungsprozesses werden die Sensorelemente vereinzelt und einem Aufbauprozess wie z. B. der SMD-, COB- oder Flip-Chip-Technologie zugeführt.

[0003] Die Vorgehensweise hat auf einem planaren Substrat den Vorteil eines sehr homogenen Schichtauftrages. Nachfolgende Strukturierungs-, Trenn- und Aufbauprozesse schädigen jedoch das sensitive Material beträchtlich, so dass sich die Ausbeute verringern kann, die Funktion durch z. B. Drift, Kennlinienverschiebung oder Parameterstreuung sowie die Langlebigkeit beeinträchtigt wird.

[0004] Einige Sensorhersteller versuchen die Schädigung durch Aufbauprozesse zu vermeiden, indem zuerst im Substratnutzen die Kontaktsysteme hergestellt und abgedeckt werden und erst danach das sensitive Material aufgebracht wird. Ein Aufschleudern des Materials mittels Spin-Coating liefert bei solchen Aufbauten aufgrund der nichtplanaren Oberfläche sehr inhomogene Schichten. Die Anwendung anderer Prozesse schränkt die Materialauswahl stark ein. Bei diesem Verfahren ist ebenfalls eine Schädigung des sensitiven Materials durch den Vereinzelungsprozess zu erwarten.

[0005] Die bislang vorwiegend in der Sensorik verwendeten konventionellen Aufbaukonzeptionen wie z. B. SMD-, COB- andere Löt- oder Bondtechniken mit den entsprechenden Verkappungen sind derart, dass insbesondere die Kontaktsysteme aggressiven Umweltbedingungen nicht oder nur sehr kurze Zeit standhalten.

[0006] Bei neueren Aufbaukonzepten wird versucht, mit Hilfe einer Chip-Durchkontaktierung das Kontaktsystem von der Sensorfläche auf die Unterseite des Chips zu verlagern, damit die der Umwelt ausgesetzte Fläche des Vergußmaterials minimiert wird. Zudem kann das sensitive Material ohne die Notwendigkeit einer Strukturierung auf der Oberseite mit einem Spin-Coating-Prozess aufgebracht werden. Nachteile dieser Vorgehensweise ist der erhöhte Aufwand durch die Durchkontaktierung und die dadurch entstehenden Mehrkosten und die wiederum durch den Vereinzelungsprozess zu erwartenden Schädigungen des sensitiven Materials.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem die Kontaktsysteme aggressiven Umweltbedingungen über eine längere Zeit standhalten, die in einem Batchprozeß herstellbar und damit zur Herstellung größerer Stückzahlen und Schädigungen des sensitiven Materials weitgehend vermeiden.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen der Patentansprüche 1 und 15 gelöst.

[0009] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0010] Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren und eine Anordnung zur Herstellung von Multi-Chip Sensormodulen, bei dem das sensitive Material, technologisch entkoppelt von den übrigen Prozessschritten, in einem back-end

Batch-Prozess ohne eine Schädigung in den Aufbau integriert wird. Der Aufbau- und Herstellungsprozess erfolgt im Träger-Substratnutzen, wobei viele Teilschritte als austauschbare Technologiemodule und alle Teilschritte als Batchprozesse konzipiert sind. Dies ermöglicht die Herstellung sehr unterschiedlicher Sensorkonfigurationen und eine sehr kostengünstige Produktion mittlerer bis großer Stückzahlen.

[0011] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0012] In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

[0013] Fig. 1 eine Ausführungsform für ein Sensormodul im Schnitt,

[0014] Fig. 2 die prinzipielle Anordnung der Integration des sensitiven Materials in einem back-end Batchprozess im Schnitt,

[0015] Fig. 3 die Anordnung von Sensormodulen im Nutzen nach Vereinzelung, wobei die erste Reihe im Schnitt dargestellt ist,

[0016] Fig. 4 Ausführungsformen einer Rückseitenverkappung mit einem Rahmensystem im Schnitt und

[0017] Fig. 5 Konfigurationen von Trägersubstrat und Sensorsubstrat zueinander im Schnitt.

[0018] Der Ablauf für die erfindungsgemäße Herstellung eines Sensormoduls erfolgt nach den im folgenden erläuterten Verfahrensschritten.

[0019] Fig. 1 zeigt die Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Anordnung. In einen skalierbaren Träger-Substratnutzen (1) werden Aussparungen für die Sensorchips eingebracht. Auf der Unterseite des Nutzens wird ein Leitbahnsystem erstellt. Der Substratnutzen kann optional auf der Unterseite mit einem Rahmensystem bestückt werden, welches beim Vereinzelungsprozess so zerteilt wird, dass jedes Sensormodul auf der Unterseite mit einem Rahmen umgeben ist.

[0020] Die Sensorchips (3) und gegebenenfalls Signalverarbeitungschips (2) werden zur Verbesserung der Kontaktstabilität mit einer Under-Bump-Metallisierung versehen und bevorzugt durch eine Flip-Chip Technologie unter dem Substrat befestigt. Die Ränder der Sensorchips (3), die die Kontaktpads enthalten, decken dabei die Aussparung des Substrats ab, während die noch nicht beschichteten Sensorflächen nach oben hin zur Umwelt freiliegen. Die Kontaktsysteme der Chips werden anschließend mit einem chemisch und thermisch resistenten Underfiller abgedichtet.

[0021] Wie aus den Figuren (2) bis (3) ersichtlich ist, wird nach der abgeschlossenen Herstellung des Kontaktsystems die Rückseite des Substrats mit oder ohne optionales Rahmensystem mit einem Verkappungsmaterial verschlossen und danach optional auf die Rückseite noch eine dünne Metallfolie aufgeklebt. Anschließend wird dann vorzugsweise über eine Schattenmaske (8) das sensitive Material (4) aufgebracht. Dies geschieht je nach Material und dessen Eigenschaften mit einer fortschrittlichen Sprühbeschichtung, bei der eine Schichtdickenhomogenität von <5% über die Sensorfläche angestrebt wird, mittels Plasma-, PVD-, CVD-Prozess oder bei planaren Oberflächen bzw. in Fällen mit geringen Ansprüchen an die Homogenität des Auftrags mittels Spin-Coating (7). Durch komplementäre Schattenmasken, lassen sich so unterschiedliche Sensorflächen mit verschiedenen Materialien beschichten. Je nach Anwendungsfall lassen sich die sensitiven Schichten und/oder zusätzliche Metallisierungsschichten auf dem sensitiven Material durch einen zusätzlich aufgespritzten Photolack lithographisch strukturieren.

[0022] Anschließend wird bevorzugt auf den gesamten Substratnutzen ein Filter (5) aus Keramikmaterial, einer Polymer- oder Glasfasermembran aufgebracht. Als nächstes

wird der gesamte Nutzen zum Schutz mit einer Folie abgedeckt und vereinzelt. Als letzter Schritt erfolgt das Anlöten eines Flexkabels.

[0023] Sowohl das Träger-Substrat (1) als auch die Sensorchips (3) können je nach Anwendung und Anforderungen des Sensors in verschiedenen Formen ausgeführt sein. Das Trägersubstrat mit Leitbahnsystem kann in planarer Ausführung (9) oder in einer zu den Aussparungen hin nach oben hin abgedünnten Ausführung (10) gestaltet werden. Die Sensorchips können ebenfalls planar (11) oder mit dem Randgebieten, die das Kontaktpads enthalten, abgesenkt sein (12). Die Absenkung der Sensorchips kann dergestalt sein, dass nach der Montage mit dem entsprechenden Substrat die Sensorfläche oberhalb, auf gleicher Höhe oder unterhalb der Substratoberfläche liegen kann.

[0024] Die Fig. 4 und 5 erläutern mögliche Kombinationen von Substrat- und Sensorchip-Ausführungen sind in den Ausführungsformen (13) bis (20).

[0025] Die erfindungsgemäße Anordnung ermöglicht die Integration sensitiver Materialien ohne diese zu schädigen und vermeidet damit die oben angeführten Nachteile bisheriger Sensor-Aufbauvarianten.

[0026] Die Herstellung des Kontaktsystems und dessen Verkappung wird vor dem Auftrag des sensitiven Materials durchgeführt, so dass diese Prozesse keine Schädigung des sensitiven Materials hervorrufen können. Das sensitive Material wird nicht bzw. nur über eine Schattenmaske strukturiert, so dass auch durch diesen Prozess keine Schädigung auftritt. Der Trenn- und Vereinzelungsprozess wird durchgeführt, nachdem das Filtermaterial auf dem Substratnutzen mit einer Schutzfolie überzogen ist, so dass auch durch diesen Vorgang keine Schädigung entsteht.

[0027] Gleichzeitig können verschiedene Maßnahmen ergriffen werden, um die Zuverlässigkeit und die Langlebigkeit des Sensormoduls zu erhöhen. Dazu gehört die Anwendung der Flip-Chip-Technologie, die die Angriffsfläche des Kontaktsystems zur Umwelt minimiert und mit einer zusätzliche Under-Bump-Metallisierung und einer chemisch sehr resistenten Underfiller-Verkappung deutliche Vorteile gegenüber konventionellen Kontaktsystemen bietet. Durch die Integration eines effektiven Filters wird die Standzeit des Sensors zudem deutlich erhöht.

[0028] Durch die Anwendung einer Nutzenstechnologie und einer durchgängigen Verwendung von Batchprozessen eröffnen sich völlig neue Möglichkeiten in der Produktion größerer Stückzahlen, verbunden mit einer deutlichen Preisreduktion.

[0029] Die vorgeschlagene Anordnung zeichnet sich zudem durch eine sehr große Flexibilität aus. Je nach Art des Sensors können bevorzugte Ausführungsformen von Trägersubstrat und Sensorchip miteinander kombiniert werden. Durch die Auswahl und die Kombination von Signalverarbeitungs- und Sensorchips und der Möglichkeit auf unterschiedliche Sensorchips verschiedene sensitive Materialien aufzubringen und diese ggf. mit Hilfe einer Lack-Sprühbeschichtung noch photolithographisch zu strukturieren bzw. mit Deckelektroden zu versehen, ist eine Vielzahl von Möglichkeiten der Sensorkonfiguration gegeben.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Träger-Substratnutzen
- 2 Signalverarbeitungschip
- 3 Sensorchip
- 4 sensitives Material
- 5 Filter
- 6 optionale Rückseitenverkappung
- 7 Schichtabscheidung in Kavitäten

8 Schattenmaske

9 planares Trägersubstrat mit Leitbahnsystem

10 nach oben verdünntes Trägersubstrat mit Leitbahnsystem

11 planares Sensorchip

5 12 Sensorchip mit Kontaktpads in Randgebieten

13 . . . 20 mögliche Kombination von Substrat- und Sensorchip-Ausführungen

Patentansprüche

1. Anordnung von Multi-Chip Sensormodulen, insbesondere zur Herstellung von Feuchte-, Gas- und Biosensoren, bei dem dünne sensitive Schichten im Waferverbund aufgetragen werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Trägersubstrat strukturiert ist und Aussparungen enthält unter denen jeweils mindestens ein Sensorchip so befestigt ist, dass die Sensorflächen nach oben hin freiliegen und an den Sensorchips angebrachte Kontaktpads vom Substrat abgedeckt werden.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat aus Silizium-, Keramik oder Glas besteht.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat von unten mit einem Rahmensystem so bestückt ist, dass nach einem Vereinzelungsprozess jedes Sensormodul mit einem Rahmen umgeben ist.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Rahmensystem aus Keramik oder Glas besteht.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich unterhalb des Trägersubstrats (1) pro Sensormodul mindestens ein Signalverarbeitungschip (2) befindet.
6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat (1) auf der Unterseite Leitbahnen enthält und mit den Kontaktpads des Sensorchips (3) und/oder Signalverarbeitungschips (2) ein Kontaktsystem bildet.
7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zu kontaktierenden Chips mit einer Under-Bump-Metallisierung versehen sind.
8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Kontaktsystem mit einem chemisch und thermisch resistenten Underfiller hermetisiert ist.
9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Kontaktsystem durch Flip-Chip-Technologie realisiert ist.
10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Kontaktsystem durch anodisches oder eutektisches Bonden realisiert ist.
11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Rückseite des Trägersubstrats mit einer Vergußmasse (6) verkappt wird.
12. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass auf die verkappte Rückseite des Trägersubstrats eine dünne Metallfolie aufgebracht ist.
13. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Substratnutzen mit einem Filter (5) aus einem Keramik-, einer Polymer- oder Glasfasermaterial gedeckelt ist.
14. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontakte der vereinzelt und vollständig verkapselten Sensormodule mit einem Flexkabel verbunden sind.

15. Verfahren zur Herstellung von Multi-Chip Sensormodulen gemäß den Ansprüchen 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das sensitive Material, technologisch entkoppelt von den übrigen Prozessschritten, in einem back-end Batch-Prozess, ohne Schädigung in den Aufbau integriert wird. 5

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Herstellung der Multi-Chip Sensormodule in Substrat-Nutzen (1) erfolgt, wobei die einzelnen Prozessschritte durchgängig als Batchprozesse ausgeführt werden. 10

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass das sensitive Material (4) nach Fertigstellung des Kontaktsystems, dessen Hermetisierung und nach der Rückseitenverkappung aufgebracht wird. 15

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das sensitive Material (4) über eine Schattenmaske (8) mit einer Sprühbeschichtung, Plasma-, PVD-, CVD-Prozessen oder bei planaren Oberflächen oder mittels Spin-Coating (7) in den Kavitäten auf das Sensorchip aufgebracht wird. 20

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass durch komplementäre Schattenmasken (8) auf verschiedenen Sensorflächen unterschiedliche Materialien im Batchprozess aufgebracht werden. 25

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das sensitive Material (4) und/oder mindestens eine zusätzlich aufgebrachte Metallisierungsschichten zur Herstellung von Leitbahnen bzw. Elektroden auf der Sensorfläche durch Aufsprühen oder Aufschleudern eines Photolacks photolithographisch strukturiert werden. 30

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Kontaktsystem mit einer Flip-Chip Technologie erzeugt wird. 35

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Kontaktsystem durch anodisches oder eutektisches Bonden erzeugt wird. 40

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

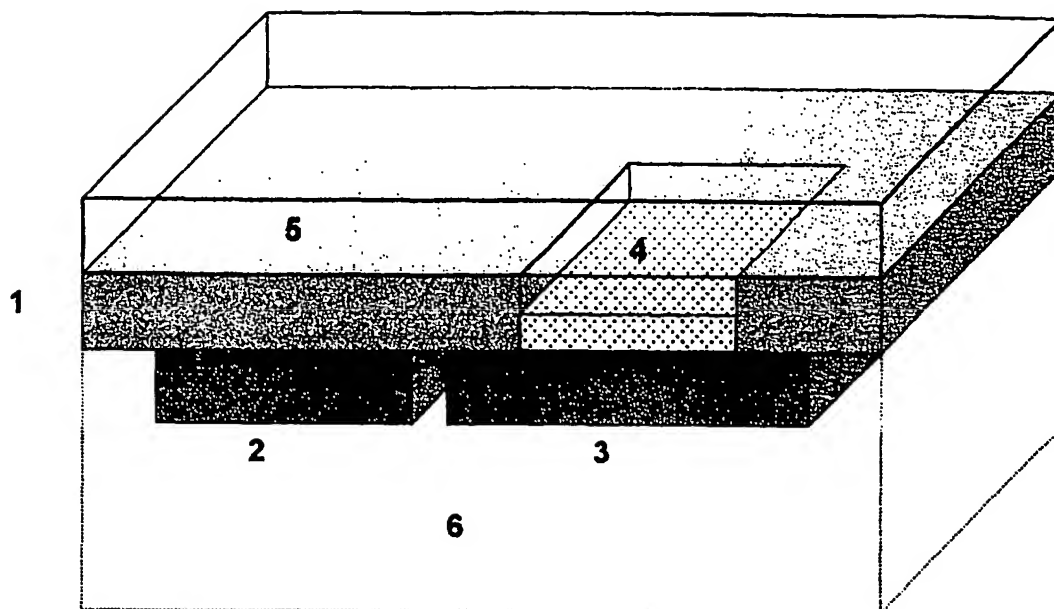
45

50

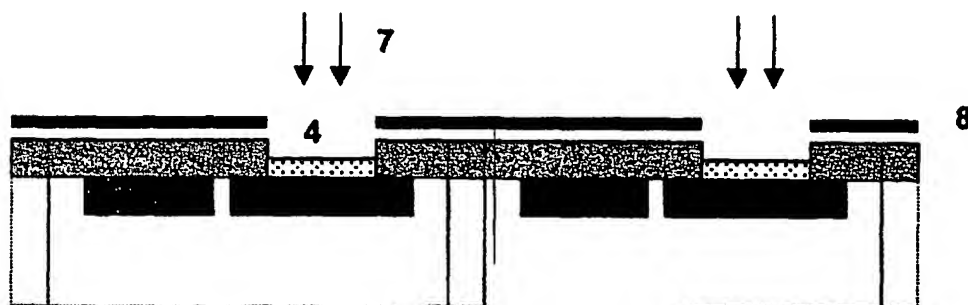
55

60

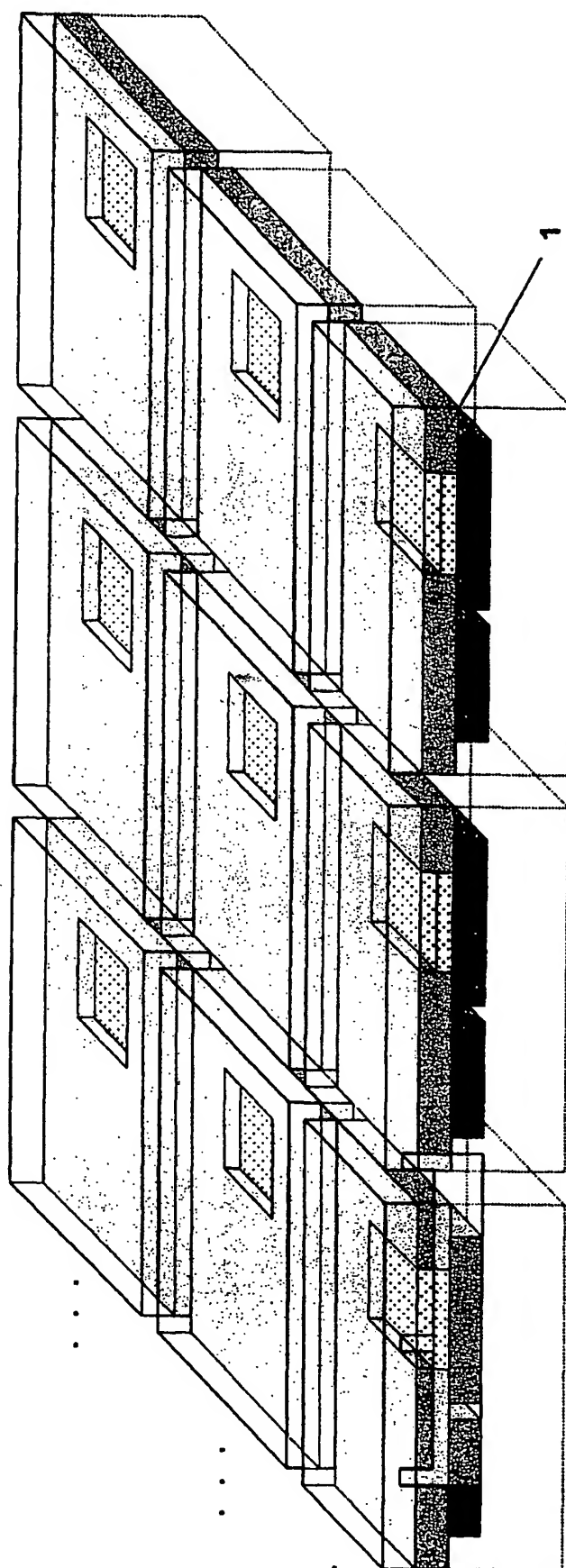
65



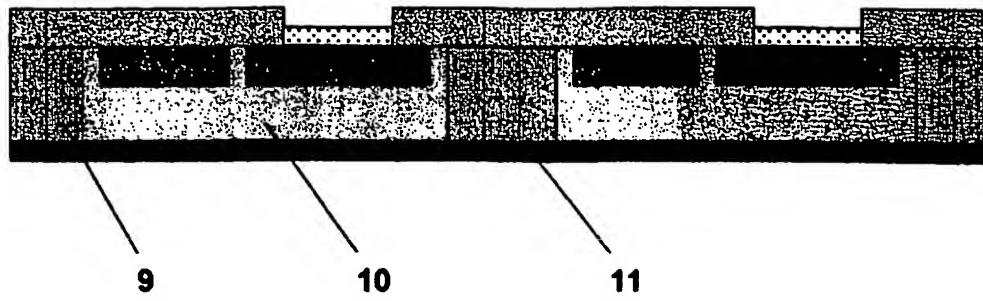
Figur 1



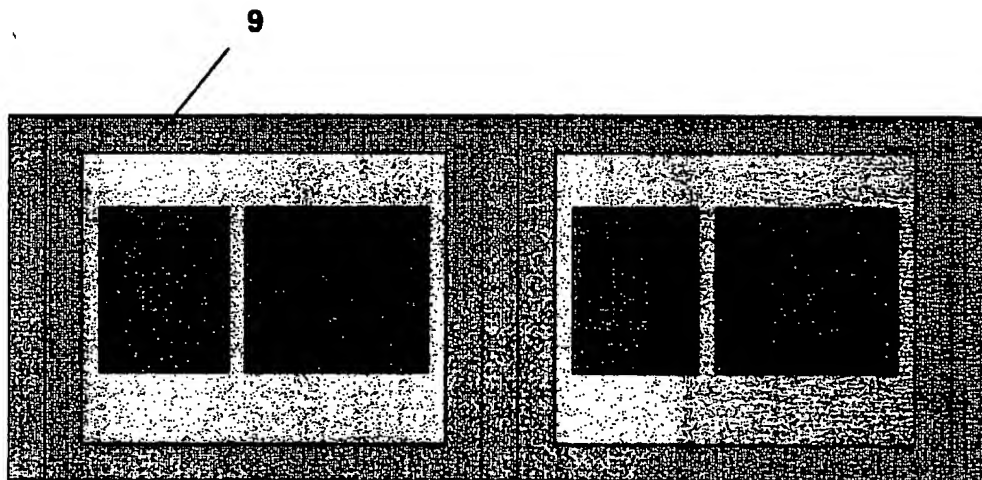
Figur 2



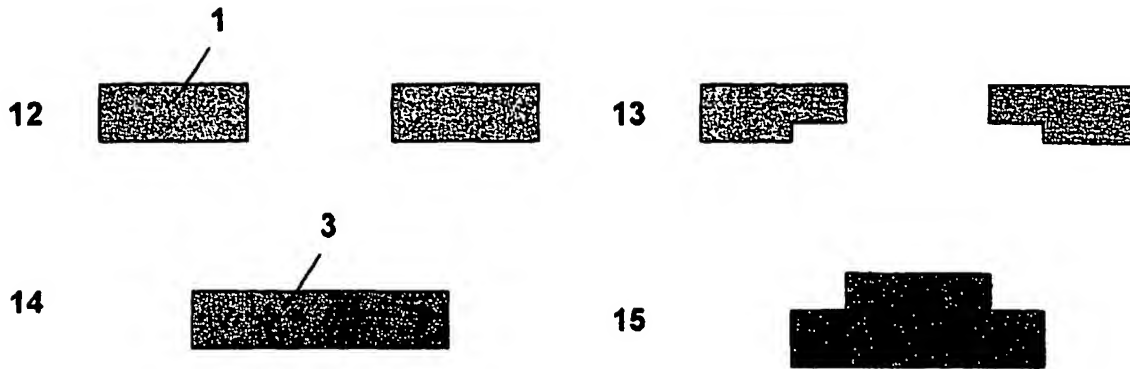
Figur 3



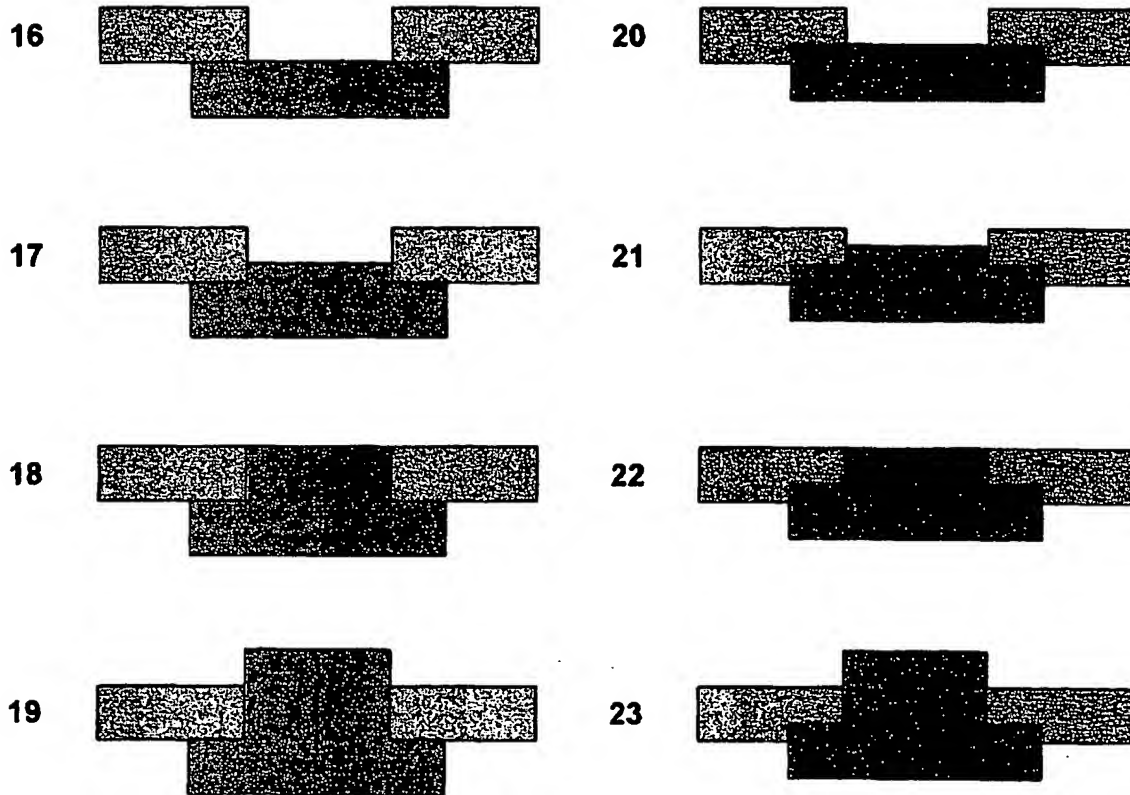
Figur 4



Figur 5



Figur 6



Figur 7